Prototype d'une échelle d'intensité[1] pour le phénomène « incendie de forêts »

Corinne Lampin-Cabaret[a], Marielle Jappiot[a], Nathalie Alibert[a], Raphaël Manlay[a] et Richard Guillande[b]

La mise en place de politiques publiques relatives aux risques naturels nécessite de mieux caractériser les événements et leurs impacts sur l'environnement et sur les biens. S'agissant des incendies de forêts, les échelles d'intensité n'existent pas. Après un recensement des données existantes, cet article présente une échelle d'intensité permettant de qualifier a posteriori un événement « incendie de forêt » en croisant des paramètres physiques du feu avec la nature des dommages causés.

Afin d'améliorer l'efficacité des politiques mises en œuvre dans le cadre de la prévention des risques naturels, le ministère de l'Écologie et du Développement durable souhaite pouvoir d'une part mieux apprécier les efforts à consentir pour diminuer l'impact des risques naturels, et d'autre part intervenir sur les sites prioritaires. Il envisage pour cela d'analyser tous les événements naturels survenant en France, métropole et DOM-TOM, et développe un système d'informations chargé de recueillir un panel de données descriptives pour chaque événement. La qualification du degré d'intensité de chaque sinistre constitue l'une de ces données. Cette dernière donnée « intensité » n'étant pas toujours disponible, le ministère a donc financé parallèlement une étude destinée à déterminer une échelle définissant des degrés d'intensité pour chacun des phénomènes naturels, étude réalisée en partenariat avec Géosciences Consultant, Météo-France et les unités de recherche de Lyon et de Grenoble du Cemagref.

Le présent article concerne l'élaboration d'une d'échelle d'intensité pour le phénomène « incendie de forêt ». Cette échelle permettra de qualifier *a posteriori* l'intensité de tout événement sur la base de caractéristiques qualitatives ou quantitatives par retour d'expérience et observations ou mesures. Elle sera indépendante du site et de sa vulnérabilité. L'intensité sera déterminée soit à partir des paramètres physiques du phénomène lui-même, soit en prenant en compte les endommagements observés sur des enjeux standards à définir. Plusieurs paramètres seront définis de façon à ce qu'une valeur au moins permette d'attribuer à un événement donné un niveau d'intensité.

À partir de ces références, les évaluations d'intensité devront être réalisées par les différents services de l'État ou des départements dans le cadre d'opérations habituelles de constat après chaque événement. Aussi la simplicité d'accès aux critères de qualification définis sera un objectif prioritaire.

Recensement des paramètres et des échelles existants

Une recherche bibliographique approfondie au niveau international et une série d'enquêtes auprès des acteurs de la lutte, de forestiers, d'experts… en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur sont à la base du recensement des échelles existantes.

Les contacts
a. Cemagref, UR Agriculture et Forêt méditerranéenes, 3275, Route Cézanne, Le Tholonet, BP 31 13 612 Aix-en-Provence Cedex 1
b. Geosciences Consultants, 157, rue Blains, 92220 Bagneux

1. En matière d'incendies de forêts, la notion d'intensité revêt des significations très variées selon les situations. Parmi les différentes utilisations du terme « intensité », citons deux exemples : pour évoquer une puissance du feu (puissance exprimée par exemple en kW par mètre de front de feu) ; ou pour exprimer une vitesse de propagation (ha/h par exemple). Dans la problématique abordée dans cet article, le terme intensité est défini à travers les caractéristiques physiques du feu et ses effets constatés après son passage.

Ingénieries N° 31 – p. 49 à 56
Septembre 2002

Les échelles de risque d'incendie

En France comme à l'étranger, aucune échelle de mesure d'intensité d'incendie n'a été recensée. Les quelques rares échelles sont plutôt des échelles de risque d'incendie, opérationnelles pour la prévention et la lutte contre les feux de forêts.

Ainsi certains services de lutte ont construit leur propre échelle d'intensité en fonction de leur capacité à maîtriser le feu. Des seuils y sont définis pour une intensité, exprimée en kW/m, assimilée à la puissance du front de flamme calculée de façon théorique.

Les Anglo-Saxons (Brown et Davis, 1973b) ont mis au point des échelles de risque destinées à améliorer l'adéquation entre l'intensité du phénomène et les moyens d'intervention.

Une approche similaire, rencontrée chez les Italiens (Bovio, 1993), est de calculer l'énergie dégagée par type de combustible avec une limite exprimée en kcal/m/s au-delà de laquelle la lutte directe n'est plus possible. Ces calculs d'intensité linéaire permettent alors d'établir des cartes prédictives d'intensité probable du feu à partir des types de combustible en place et de prévoir l'organisation des services de lutte en cas d'incendie.

Des outils de simulation de propagation de feu (FARSITE par exemple) qui utilisent des modèles de combustibles peuvent également fournir par simulation ces calculs et une cartographie d'intensité du feu.

Les paramètres physiques du feu

En l'absence de toute échelle de mesure de l'intensité, seuls des paramètres physiques du feu ont pu être réellement inventoriés, ils correspondent à des grandeurs permettant de le caractériser. Parmi ceux-ci, on notera :

- La puissance du front du feu.

La notion d'intensité d'un incendie renvoie au concept majeur de puissance du front de feu (équivalent anglais de *fire intensity*).

La puissance du front de feu selon la formule de Byram est le « taux d'énergie émise par unité de temps et par unité de longueur du front de flamme ». C'est une grandeur physique (P*f*) en Wm^{-1} qui se compose comme le produit : $Pf = H \times w \times r$

avec : H chaleur massique de combustion (en $J\ g^{-1}$), w quantité de combustible anhydre consommée lors de la combustion (en $g\ m^{-2}$), r vitesse de propagation (en $m\ s^{-1}$).

- La température du feu.
- La vitesse de propagation du feu.
- La longueur de la flamme, distance entre la base de la flamme et le point le plus haut.
- La profondeur de flamme, identifiée à la profondeur de la zone de combustion.

De façon indirecte, d'autres indicateurs de mesure de l'intensité sont évoqués :

- La fréquence d'apparition des sautes de feu qui augmente avec l'intensité du feu (résultat du programme européen SALTUS) et la longueur des sautes.
- L'estimation de la largeur, de la hauteur de la colonne de convection ou de la couleur de la fumée.
- La distance pour laquelle le rayonnement de la flamme est supportable au visage.

Les enjeux et les échelles d'endommagement

Dans le contexte de l'étude, les enjeux sont les biens ou « objets » exposés pouvant être affectés par un phénomène naturel. L'homme est rarement touché directement par l'incendie de forêt, en revanche la forêt est toujours endommagée. Les « objets » exposés ou enjeux peuvent être énumérés : le milieu naturel et agricole notamment la forêt – que tout événement affecte – et la faune, les personnes, les bâtiments, les infrastructures et ouvrages (volets, gouttières…).

Ces enjeux sont liés aux endommagements potentiels occasionnés par le phénomène naturel.

Plusieurs échelles d'endommagement ont été recensées.

Le concept de sévérité du feu qui mesure le degré d'impact du feu sur la combustion de la biomasse et de la matière organique du sol, correspond ainsi à une échelle d'endommagement *fire severity* (Brown et Davis, 1973a ; Alexander, 1982 ; Feller, 1996 ; Alexandrian, 1997). Elle peut être évaluée par différents critères portant sur la végétation ou le sol.

Pour certaines formations forestières, des relations quantifiées ont pu être mises en évidence entre sévérité et puissance. Chen *et al.* (1985) ont établi la relation suivante pour des formations forestières montagnardes de Chine avec pour T, taux de perte des arbres :

$$T = \frac{a \times Pf}{\sqrt{r}}$$

Avec a constante, P*f* puissance du front de feu (W m^{-1}) et r vitesse de propagation du feu (m s^{-1}).

À l'occasion de brûlages dirigés, des expérimentations ont été réalisées et ont permis de mettre en relation certaines valeurs de paramètres d'intensité du feu tels que la vitesse de propagation d'un feu et des endommagements mesurés de la végétation (Trabaud, 1989). Les effets des feux d'une intensité définie selon quatre niveaux ont été mesurés sur des peuplements de *Pinus pungens* aux USA (Waldrop et Brose, 1999). Des mises en relation entre vitesse de propagation et surface morte de couverture végétale, pourcentage mort du couvert végétal (Carrega et Napoli, 1998), entre puissance et endommagement des peuplements (Trabaud, 1989) en Europe sub-méditerranéenne, ont également été réalisées.

Le site Internet du Natural Hazards Research Centre (Blanche, 1989) fournit une description qualitative d'une échelle en cinq classes (léger, modéré, modérément sévère, sévère, très sévère). Les critères définissant les classes « léger » et « très sévère » sont la vitesse de propagation, la puissance du front, la superficie, la hauteur des strates touchées et le nombre de points d'ignition. Les autres modalités sont définies comme des variantes de ces niveaux extrêmes.

Méthodologie pour le choix des paramètres et des enjeux pour définir une échelle d'intensité

À ce jour, il n'existe aucune échelle associant des degrés d'intensité de feu mesurables à des endommagements observés sur des enjeux déterminés. Seuls des paramètres permettant de mesurer l'intensité ont été étudiés mais leur mesure pose généralement des problèmes, pendant le feu, mais aussi après le feu (pas de dispositif ou d'instrument permettant de mesurer l'énergie libérée pendant un incendie, paramètres souvent interdépendants). Le choix de ces paramètres pour la définition d'une échelle d'intensité reste donc subordonné à leur signification biophysique, mais aussi à leur accessibilité, illustrée par leurs méthodes de mesure.

Afin d'étudier l'accessibilité des données qui permettraient de mesurer les paramètres d'intensité, un examen des bases de données existantes a été réalisé.

Base de données Prométhée (France, zone méditerranéenne)

La base de données Prométhée rapporte systématiquement les incendies ayant eu lieu en zone méditerranéenne française. Les paramètres renseignés pouvant servir à l'estimation de l'intensité de l'incendie sont :

- la superficie parcourue (existe seulement dans le cas des feux de forêts) ;
- le type de dommage pour les feux de l'espace rural et périurbain (massif inférieur à un hectare, boisements linéaires, herbes, autres feux agricoles, dépôts d'ordures dans la nature, autres) ;
- la menace ou non d'un massif forestier pour les feux de l'espace rural et périurbain ;
- les autres paramètres annexes sont : le positionnement géographique, la date et l'heure, le numéro du feu et l'origine de l'alerte.

Base du service central d'études statistiques (France, zone non méditerranéenne)

La base du service central des enquêtes et études statistiques (SCEES) renseigne les incendies survenus en France métropolitaine hors zone méditerranéenne. Elle rapporte la surface brûlée et le type de formation végétale concernée, en plus de variables annexes.

Accessibilité des paramètres physiques du feu et des observations des effets sur les enjeux

Les enquêtes, réalisées auprès des utilisateurs potentiels de l'échelle et d'experts, confirment la difficulté d'appréhender de façon pratique les paramètres physiques du feu, ainsi que les endommagements causés par le feu sur des enjeux bien identifiés.

Pour certains de ces paramètres, la méthode d'obtention, le détenteur de la donnée et son accessibilité ont pu être précisés. Même si la donnée semble facile à obtenir (ex. : couleur de la fumée), sa collecte n'est généralement pas organisée. La donnée peut exister par écrit, dans le cas de grands feux ayant occasionné la rédaction de rapports spécifiques. Mais même dans ce cas il n'existe pas de recensement systématique de ces données.

De la même façon pour chacun des effets du feu sur les enjeux, le mécanisme d'endommagement, le détenteur de la donnée et son accessibilité ont pu être précisés. Ces principaux mécanismes d'endommagement qui interviennent sont la combustion, à rapprocher du type de feu, l'apport de chaleur et l'élévation de température.

Le prototype d'échelle et son mode d'emploi

En l'état actuel des connaissances, une première échelle liant des paramètres d'intensité et des endommagements possibles sur les enjeux avec une délimitation de seuils a pu être dessinée – le croisement, paramètres d'intensité et endommagements, ayant été retenu comme un principe commun pour la construction de toutes les échelles relatives aux différents phénomènes naturels étudiés.

Toutefois il faut d'ores et déjà insister sur la difficulté qui subsiste aujourd'hui concernant l'accessibilité des données. Si celles-ci semblent faciles à appréhender, elles ne sont généralement pas enregistrées, ni sur support papier ni dans une base de données. Une collecte spécifique devra alors être organisée.

Le prototype d'échelle est proposé en six niveaux ou degrés d'intensité. Pour chaque niveau, il met en relation des gammes de valeurs de paramètres physiques et des gammes correspondantes d'endommagements spécifiques. À un niveau d'intensité décrit par un (ou plusieurs) paramètre physique donné, correspond un niveau d'endommagement maximal de l'enjeu, supposé possible sous l'effet des sollicitations physiques – la position théorique de l'enjeu étant considérée comme la plus défavorable par rapport à ces sollicitations physiques. Cette mise en relation est indicative.

Définition des paramètres physiques retenus

Ces paramètres physiques correspondent au meilleur compromis entre pertinence du critère retenu et accessibilité. Ce sont :

• La vitesse de propagation du feu. Il s'agit de la vitesse de propagation du feu principal, à sa tête. Elle est appréciée en m h^{-1}.

• La couleur de la fumée (exemple photo 1). C'est celle des panaches de fumée situés au droit du front de feu.

• Les sautes de feux. Ce sont les projections, en avant du feu, de particules enflammées ou incandescentes qui en retombant génèrent un foyer secondaire. Elles sont caractérisées par leur distance parcourue (soit leur longueur) et par leur fréquence d'apparition.

• La surface menacée. Dans le domaine des incendies de forêts, la surface menacée est la surface pouvant être potentiellement parcourue par un feu démarrant dans des conditions données (« conditions de référence »). Ramenée à l'origine du point de départ, elle ne doit théoriquement pas tenir compte des parades (notamment des actions de lutte), puisque destinée à mesurer la gravité potentielle d'une éclosion. La surface menacée est exprimée en hectares.

Il convient de noter que la puissance du front de flamme est donnée comme une valeur de référence associée aux valeurs des paramètres physiques, ces valeurs de la puissance du front de flammes exprimée en kW m^{-1} étant issues d'expérimentations en brûlages dirigés.

Identification de la nature des endommagements sur les enjeux

Il convient de rappeler que le phénomène incendie de forêt constitue toujours un événement car il s'accompagne dans tous les cas d'endommagements, au minimum, l'espace naturel forestier est affecté. Cet espace naturel, qui ne constitue pas une priorité pour la lutte, connaît souvent des endommagements maximums. Les habitats mais aussi l'homme sont quant à eux peu endommagés par le phénomène, car la protection active s'y trouve concentrée. C'est seulement dans le cas des événements se produisant au même moment, que la dispersion des moyens de lutte peut générer des dommages importants, notamment du fait d'actes de malveillance. Aussi les enjeux prioritaires sur lesquels sont observés les effets sont les espaces naturels et agricoles, viennent ensuite les personnes, les bâtiments, enfin les infrastructures et les ouvrages.

Un « indicateur » global d'endommagement qui peut être pris en compte est la surface parcourue. Celle-ci correspond à l'étendue de terrain sur laquelle se développe l'incendie. Elle est exprimée en hectares. Sans être optimal, il traduit dans des conditions normales de lutte contre l'incendie, un endommagement global généralement lié à l'intensité du feu.

Les principaux effets observables sur les enjeux sont :

• Pour le milieu naturel et agricole, l'endommagement de certaines parties de l'arbre (exemple photo 2) à la destruction totale du peuplement arboré, la mort d'animaux n'ayant pas pu s'échapper (exemple photo 3, p. 55), le changement de couleur des pierres calcaires blanches à leur éclatement ;

• Pour les personnes, l'inquiétude ressentie des populations jusqu'à leur comportement de panique ;

• Pour les bâtiments, dégâts sur les volets, les gouttières ou sur les gaines électriques ;

• Pour les infrastructures et les ouvrages, poteaux en bois qui brûlent, poteaux en métal qui fondent, circulation difficile à impossible sur les voies du fait du manque de visibilité.

Mode d'emploi

Le prototype se présente sous la forme du tableau (p. 54) ci-après où se trouvent récapitulées pour chacun des six niveaux de l'échelle d'intensité (très faible, faible, moyen, élevé, très élevé, exceptionnel), les valeurs des paramètres physiques et les effets associés sur des enjeux spécifiques. À chaque niveau correspond une teinte graphique spécifique définie en vue d'une représentation cartographique à moyen terme des intensités mesurées.

L'utilisation de l'échelle est faite dans le but de classer un événement sur une seule commune, l'aléa incendie de forêt restant en général peu étendu dans l'espace. Cependant s'il affecte plusieurs communes, une valeur d'intensité sera associée à chaque commune touchée même s'il s'agit du même événement. L'assignation du niveau d'intensité sera faite en retenant le niveau correspondant au maximum observé et renseigné. Des niveaux moindres pourront être observés selon la position de l'enjeu par rapport au phénomène source et à son maximum d'intensité qui peut être très localisé, étendu ou se déplacer. Une observation unique pouvant conduire à une divergence entre niveau d'intensité physique et niveau d'endommagement observé, on cherchera à multiplier ces observations lorsque cela sera possible. Cependant l'analyse de la cohérence des valeurs estimées pourra conduire à déroger à la règle de la valeur maximale observée comme valeur retenue si celle-ci apparaît aberrante ou exceptionnelle. En présence d'enjeux sur la zone affectée par l'aléa, le niveau d'intensité sera décrit selon le niveau d'endommagement observé sur ces enjeux.

Conclusion

Le prototype d'échelle d'intensité ainsi élaboré qui a déjà fait l'objet d'une première évaluation auprès d'experts désignés par le ministère de l'Écologie et du Développement durable, sera mis en circulation auprès des services déconcentrés de l'État afin d'être testé sur des événements à venir d'ici la fin de l'année 2002. La validation portera sur la pertinence des barreaux de l'échelle et sur le caractère opérationnel des critères retenus, ceci dans l'optique de l'alimentation d'un système complet d'informations, permettant l'analyse des événements à venir, développé par le ministère.

Photo – V. de la Chamonie

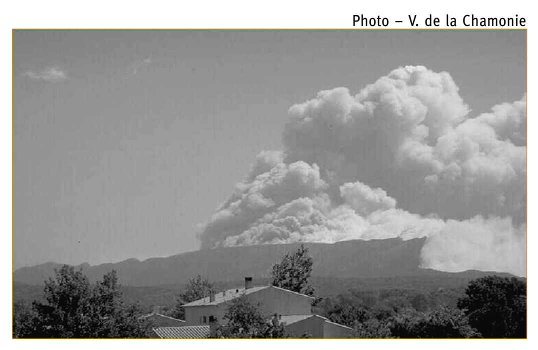


Photo 1 – Fumée grise puis fonçant à la base – Niveau 5.

Photo – J. Laurent



Photo 2 – Subsistance de cônes sur les pins – Niveau 2.

Une fois validée, l'échelle d'intensité ainsi constituée permettra de classer *a posteriori* tout phénomène incendie de forêt survenant sur le territoire métropolitain français et les DOM-TOM selon son degré d'intensité. Cette classification passera par la mesure physique intrinsèque du phénomène et/ou de l'évaluation de son impact endommageant sur des types d'enjeux standards – en rappelant qu'il n'existe pas d'autre relation qu'une mise en correspondance indicative d'un niveau normal d'endommagement et d'un niveau d'agression défini par le critère physique. L'échelle a pour but de permettre la comparaison de la vulnérabilité de différents territoires soumis à des phénomènes naturels de même intensité et de mesurer l'évolution de celle-ci. Elle a une vocation de constat *a posteriori* et à ce titre ne présente aucun caractère prévisionnel, elle classe en fonction de l'endommagement constaté sur des types d'enjeux standards mais ne caractérise ni le niveau de risque de l'aléa feu de forêt, ni les conséquence économiques de l'événement.

La mise en pratique sur le terrain de cette échelle d'intensité conduira à recueillir des données dont l'analyse permettra de tirer des enseignements utiles pour mieux caractériser les phénomènes d'incendie. ❐

Niveau	Paramètres physiques (ordre de grandeur)	Échelle teintes graphiques	Effets sur les enjeux				
			Surface parcourue par le feu	Espaces naturels et agricoles	Personnes	Bâtiments	Infrastructures et ouvrages
Très faible 1	V < 400 m/h Fumée blanche Pas de sautes de feux significatives Surface menacée < 10 ha *Puissance du front de flammes (kW/m) < 350*	10 %	0,1 à 10 ha	Pierre calcaire blanche Animaux toujours indemnes Subsistance de branches vertes Sous-bois partiellement ou totalement endommagés	Calme des populations concernées par l'aléa	Dégâts aux bâtiments minorés (respect prescriptions)	
Faible 2	400 < V < 800 m/h Fumée blanche et grise Sautes de feux de 20 m possibles Surface menacée 10-100 ha *Puissance du front de flammes (kW/m)* *350 < P < 1 700*	20%	10 à 50 ha	Pierre calcaire légèrement noircie Animaux en général indemnes Perte de feuilles des couronnes des arbres (subsistance d'aiguilles, de cônes) (photo 2) La plupart des buissons sont détruits Branches basses endommagées Blessures aux troncs	Calme des populations concernées par l'aléa	Dégâts aux bâtiments minorés (respect prescriptions)	
Moyen 3	800 < V < 1200 m/h Fumée grise, la fumée prend de l'ampleur et fonce à sa base Sautes de feux de 100 m Surface menacée 100-500 ha *Puissance du front de flammes (kW/m)* *1 700 < P < 3 500*	40%	50 à 100 ha	Pierre calcaire noircie Animaux en général indemnes Troncs et cimes des arbres endommagés Bois d'œuvre dégradé (blessure de la cime)	Inquiétude des populations concernées par l'aléa	Dégâts aux bâtiments minorés (respect prescriptions) Volets en bois brûlés	Poteaux électriques en bois brûlés Visibilité réduite sur voies de circulation
Élevé 4	1 200 < V < 1 800 m/h Fumée rousse et noire 100 % des feux ont des sautes de feux de 300 m à 500 m Surface menacée 500-1 000 ha *Puissance du front de flammes (kW/m)* *3 500 < P < 7 000*	60 %	100 à 500 ha	Pierre calcaire fendue Cadavres d'animaux morts, prisonniers des flammes, n'ayant pas eu le temps de s'échapper (photo 3). Cimes toutes brûlées Tiges des buissons du sous-bois consumées Sol minéral exposé	Panique de la population concernée par l'aléa Consignes de sécurité plus du tout respectées	Dégâts aux bâtiments notamment constatés par auto-inflammation des volets et propagation du feu dans le bâtiment (malgré respect prescriptions) Gaines électriques, gouttières en PVC fondues, volets en bois brûlés	La plupart des poteaux électriques en bois, brûlés et des poteaux électriques en métal, fondus Visibilité réduite sur voies de circulation
Très élevé 5	V > 1 800 m/h Fumée noire, moutonnante (photo 1) 100 % des feux ont des sautes de feux > 500 m Surface menacée 1000 – 10 000 ha *Puissance du front de flammes (kW/m)* *> 7 000*	80%	500 à à 5 000 ha	Pierre calcaire éclatée Cadavres d'animaux morts Arbres totalement calcinés : silhouette bien découpée noire avec éclat possible de l'écorce Paysage transformé, totalement brûlé, avec destruction complète des peuplements Selon la topographie, terrains devenus érodables Tous les feuillages brûlés	Panique de la population concernée par l'aléa Évacuations sauvages	Dégâts aux bâtiments notamment constatés par auto-inflammation des volets et propagation du feu dans le bâtiment (malgré respect prescriptions)	Tous les poteaux électriques en bois brûlés, ceux en métal, fondus Toute circulation au sol peut devenir impossible
Exception-nel 6	Surface menacée > 10 000 ha	100 %	> 5 000 ha				Toute circulation au sol est impossible

▲ Tableau – Prototype d'échelle d'intensité pour les incendies de forêts.

Remerciements

Les auteurs remercient le ministère de l'Écologie et du Développement durable pour le financement accordé à l'étude. Ils remercient également les équipes des services d'incendie et de secours pour leur collaboration.

Photo – J. Laurent



Photo 3 – Cadavres d'animaux prisonniers n'ayant pas eu le temps de s'échapper – Niveau 4.

Résumé

L'étude financée par le ministère de l'Écologie et du Développement durable vise à déterminer une échelle d'intensité pour les phénomènes incendies de forêt qui doit permettre de classer *a posteriori* tout phénomène incendie de forêt survenant sur le territoire France métropolitaine et dans les DOM-TOM selon son degré d'intensité. L'article présente comment a été élaboré un premier prototype, aucune échelle d'intensité existante n'ayant été recensée dans ce domaine. À partir d'une bibliographie internationale et des enquêtes auprès d'experts, l'identification de quelques paramètres physiques du feu et endommagements possibles sur des types d'enjeux a été réalisée, l'accessibilité des données visées a été étudiée également. Le prototype se présente sous la forme d'un tableau où se trouvent récapitulées pour chacun des six niveaux définis (très faible, faible, moyen, élevé, très élevé, exceptionnel) les valeurs des paramètres physiques et les endommagements associés sur des enjeux spécifiques. Ayant déjà fait l'objet d'une première évaluation auprès d'experts cette échelle devra être testée auprès des services déconcentrés de l'État sur des événements à venir d'ici la fin de l'année 2002.

Abstract

The study financed by the Ministry of Ecology and sustainable Development aims at determining an intensity scale for the forest fire hazard which should enable to classify any forest fire a posteriori, occurring on the French Metropolitan Territory as well as in the Overseas Departments according to its intensity level. The article presents how a first prototype was elaborated, considering that no existing intensity scale has been registered in this area. From an international bibliography and surveys done by experts, the identification of some physical fire parameters and possible damages on types of stakes was performed, the accessibility of aimed data was also studied. The prototype is presented in the form of a table, in which the values of the physical parameters as well as the corresponding damages on specific stakes are summed up for each of the six defined levels (very low, low, average, high, very high, exceptional). This scale was previously assessed by a panel of experts, and will have to be tested by decentralised state services on coming events up to the end of the year 2002.

Bibliographie

ALEXANDER, M.E., 1982, Calculating and interpreting forest fire intensities, *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique* 60, p. 349-357.

ALEXANDER, M.E., LAWSON, B.D., STOCKS, B.J. et VAN WAGNER, C.E., 1984, *User guide to the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System: rate and spread relationships*, Environment Canada, Canadian Forestry Service, Canada Interim Edition.

ALEXANDRIAN, D., 1997, État des méthodes de caractérisation des incendies *dans Convention INRA-DERF 61.21.14/97*, p. 19-29.

BLANCHE, R., 1989, *Blanche scale of fire magnitude*, Natural Hazards Research Centre, [http://www.es.mq.edu.au/NHRC/web/scales/scalesindes.htm].

BOVIO, G., 1993 Comportamento degli incendi boschivi estinguibili con attaco diretto *dans Monti-e-Boschi*, p. 19-24.

BROWN, A.A. et DAVIS, K.P., 1973a, Combustion of forest fuels *dans Forest Fire: Control and Use*, McGraw-Hill Book Company, New York, p. 155-182.

BROWN, A.A. et DAVIS, K.P., 1973b, Fire danger rating *dans Forest Fire: Control and Use*, McGraw-Hill Book Company, New York, p. 217-259.

CARREGA, P, NAPOLI, A., 1998, A quick protocol in-the-field measurement for the study of forest and bush fire spread, *III International Conference on forest fire Research-14th Conference on Fire and Forest meteorology*, Proceedings, Vol. 1,p. 565-582.

CHEN, D.W., LIU, Z.Q. et WANG, Z.F., 1985, The severity of forest fires, *Journal of North Eastern Forestry College, China,* 13 (2), p. 56-63.

DIMITRAKOPOULOS, A.P., 2001, Pyrostat, a computer program for forest fire data inventory and analysis in Mediterranean countries, *Environmental Modelling and Software,* 16 (4), p. 351-359.

DUPUY, J.-L., 1991, *Modélisation prédictive de la propagation des incendies de forêts,* Rapport bibliographique, Rap. No. Document PIF9103, INRA, Avignon.

ENGLIN, J., BOXAL, P.C., CHAKRABORTY, K. ET WATSON, D.O., 1996, Valuing the impacts of forest fires on backcountry forest recreation, *Forest Science,* 42 (4), p. 450-455.

FELLER, M.C., 1996 The influence of fire severity, not fire intensity, on understory vegetation biomass in British Columbia, *13th Conference on Fire and Meteorology*, Lorne, Australia, 27-31/10/1996.

MATE, 2001, Guide méthodologique Plans de prévention des risques naturels (PPR) risques d'incendies de forêt.

PROMÉTHÉE, 2001, Prométhée : la banque de données sur les incendies de forêt en région méditerranéenne en France, Météo France - CFM - CG13 - IGN, [http://195.200.162.17/promethee/].

SERVICE CANADIEN DES FORÊTS, 2001, Méthode canadienne d'évaluation des dangers d'incendie de forêt. [http://fms.nofc.cfs.nrcan.gc.ca/sfms/docs/cffdrs_f.html].

STOCKS B.J., LAWSON, B.D., ALEXANDER, M.E., WAGNER, C.E.V., MCALPINE, R.S., LYNHAM, T.J., DUBE, D.E. et VAN WAGNER, C.E., 1989 Canadian Forest Fire Danger Rating System: an overview, *Forestry Chronicle,* 65 (4), p. 258-265.

STRAUSS, D., BEDNAR, L. et MEES, R., 1989, Do one percent of forest fires cause ninety-nine percent of the damage ? *Forest Science,* 35 (2), p. 319-328.

TRABAUD, L., 1989 *Les feux de forêts, Mécanismes, comportement et environnement,* France Sélection, Aubervillier, 278 p.

VALETTE J.-C., 2001, *European Fire Laboratory, a Decentralised Infrastructure for Wildland Fire Sciences, Pre-proposal for the EESD-ESD-3*, INRA, Avignon.

VAN WAGNER, C.E., 1987, *Élaboration et struture de la méthode canadienne de l'Indice Forêt-Météo,* Rap. No. Rapport technique de foresterie 35F, Service Canadien des Forêts, Ottawa.

VELEZ MUNOZ, R., 1974, Effectos economicos, sociales y ecologicos de los incendios forestales, *Boletin de la estacion central de ecologia* 5, p. 3-22.

VELEZ MUNOZ, R., 1974, *Evaluacion de resultados de las campanas contra incendios forestales, Boletin de la estacion central de ecologia* 3,6, p. 39-43.

WALDROP, T.A, BROSE, P.H., 1999, A comparison of fire intensity levels for stand replacement of table mountain pine (Pinus pungens Lamb.), *Forest ecology and management,* 113, p. 155-166.

WEATHERSPOON, C.P., 1988, Evaluating fire damage to trees, *Proceedings of the Annual Forest Vegetation Management Conference, Redding, CA, 3-5/11/1987*, p. 106-110.